

# 针刺治疗月经性偏头痛的rs-fMRI研究进展

范若竹

黑龙江中医药大学研究生学院, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2023年5月21日; 录用日期: 2023年6月14日; 发布日期: 2023年6月25日

## 摘要

针刺治疗月经性偏头痛安全有效, 但其作用机理尚未明确。该文基于静息态功能磁共振成像技术, 综述近年来在针刺治疗月经性偏头痛研究中的相关文献, 并从脑网络层面探寻针刺作用机制, 以为临床治疗提供更多思路。

## 关键词

月经性偏头痛, 静息态功能磁共振成像, 脑网络

# Research Progress of rs-fMRI in Acupuncture Treatment of Menstrual Migraine

Ruozhu Fan

Graduate School, Heilongjiang University of Traditional Chinese Medicine, Harbin Heilongjiang

Received: May 21<sup>st</sup>, 2023; accepted: Jun. 14<sup>th</sup>, 2023; published: Jun. 25<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

Acupuncture is safe and effective in the treatment of menstrual migraine, but its mechanism of action is not yet clear. Based on resting-state functional magnetic resonance imaging, this article reviews the recent literature on acupuncture in the treatment of menstrual migraine and explores the mechanism of acupuncture action at the level of brain network in order to provide more ideas for clinical treatment.

## Keywords

Acupuncture, Menstrual Migraine, Resting-State Functional Magnetic Resonance Imaging, Brain Network

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

月经性偏头痛(menstrual migraines, MM)为女性月经期或月经前后出现的明显偏头痛,与卵巢功能周期有关,相当于中医学中的“经行头痛”,主要涉及肝、脾、肾三脏,尤与肝关系密切[1],其患病率在4%~70% [2],育龄期女性发病率较高。本病症状重、迁延不愈、药物治疗不敏感、致残水平高,极大地影响了女性日常工作生活,导致生活质量下降。目前,月经性偏头痛的治疗方法主要有非甾体抗炎药、曲坦类药物、止痛药、激素、中药内服、针灸等[3] [4] [5]。作为传统中医疗法的一种,针刺具有价格低廉、应用场景便利、无毒副作用等优点,被广泛应用于治疗偏头痛。MM作为偏头痛的特殊类型[6],针刺治疗同样能有效缓解疼痛、改善患者临床症状[7]。MM发病机制尚未完全明晰,大多数学者认为MM的发作与雌激素撤退、前列腺素释放、遗传机制有关[8]。近年来,应用功能磁共振成像(functional magnetic resonance imaging, fMRI)技术探索针刺治疗疾病的中枢机制已成为医学研究的热点之一。fMRI最早起源于1991年,是一种无辐射、可重复、具有高空间分辨率和时间分辨率优点的非介入检查技术,其原理是利用磁共振造影来探测神经元活动所引发的血液动力的改变[9]。笔者对采用静息态功能磁共振成像(resting-state cerebral functional magnetic resonance imaging, rs-fMRI)技术研究针刺治疗MM的相关文献进行梳理归纳,证实针刺治疗此疾病的优势和可行性,为深入探讨针刺MM的治疗机制提供科学依据。

## 2. MM的中医病因病机

月经性偏头痛在中医学中称为经行头痛,属“经行前后诸证”范畴,其病机分虚实两端,不荣则痛、不通则痛。头为诸阳之会、清阳之府,五脏六腑的气血津液皆上注于头。若阴血不足、气机逆乱、寒邪凝滞、素体亏虚,均可导致不通不荣而头痛[10] [11]。针刺疗法作为祖国医学的瑰宝之一,其端绪可追溯到新石器时期,据古书记载太皞伏羲氏“尝味百药而制九针”、“尝草治砭,以制民疾” [12]。针刺可通过调节气血、补虚泻实、通经止痛来治疗本病。基于数据挖掘显示[13] [14],治疗月经性偏头痛时以足少阳胆经为主,使用广泛的为特定穴,其中交会穴、百会穴使用频率最高。

## 3. 针刺治疗MM的静息态fMRI研究

基于静息状态的功能磁共振成像(resting state fMRI, rs-fMRI)已经成为当前人脑功能研究的重要手段之一[15],也是在针刺治疗疾病的机制研究中,最常用且有效可靠的方法[16] [17] [18] [19]。rs-fMRI是指被试者在清醒放松、闭目平静、尽可能减少复杂思维活动、无需执行复杂任务和指令的状态下进行数据采集[20] [21] [22]。rs-fMRI数据计算方法主要包括低频振幅(amplitude of low frequency fluctuation, ALFF)、局部一致性(regional homogeneity, ReHo)及功能连接(functional connectivity, FC)等。ALFF反映静息态下脑组织血氧水平依赖信号及代谢改变,其增高或降低反映出神经元自发活动的增强或减弱[23]。ReHo可以用来计算区域内局部神经元活动在整个大脑中的一致性,具有较高的复测可靠性。FC通过检测神经元自发活动

的同步性来反映区域网络的功能连接信息。VMHC 反映了大脑半球间的信息交换和整合过程[24]。下面从 ALFF、ReHo、FC 及 VMHC 的分析方法进行论述。

### 3.1. 针刺治疗 MM 的 ALFF 研究

ALFF 主要反映大脑区域自发活动的血氧水平信号强度变化[25] [26]。张肖肖等[27]对静息态下月经性偏头痛患者的脑功能网络进行初步探索,发现 MM 患者在发作间期仍存在皮质及皮质下脑区功能异常。偏头痛组左侧额叶 ALFF 值较对照组显著增强,提示额叶自发神经元活动增强,其功能异常可能是额叶对认知以及激素调节作用的体现。而双侧枕叶、双侧丘脑 ALFF 值较对照组明显减弱,提示丘脑神经元自发活动水平降低,其功能障碍影响痛觉传导及情绪信息处理,导致疼痛刺激产生。唐钰莎等[28]采用 rs-fMRI 技术比较两组患者间大脑自发性神经元活动,发现部分脑区 zALFF 值与头痛持续时间和 HIT 量表评分呈线性相关,MM 患者存在以右侧边缘系统、双侧颞叶、左侧枕叶等多个脑区功能紊乱,岛叶、运动辅助区和旁中央小叶等可能为其神经调节治疗提供新靶点。MM 患者在马旁回、前脑岛和杏仁核处脑区的功能活动均显著增强,与临床症状和量表得分呈正相关,表明边缘系统在 MM 内脏活动、疼痛调控和情绪调节中起着关键作用;双侧颞中回与颞上回皮质兴奋性降低,且与临床症状和量表得分呈负相关,推测颞叶功能受损影响了 MM 患者对疼痛的调节和认知控制,加重负性情绪反应;枕叶神经细胞活动性降低,表明 MM 患者枕叶存在皮质功能异常;右侧岛叶自发性脑功能活动明显增强,与头痛持续时间呈正相关,推测岛叶功能障碍可能是长时间头痛的神经病理机制;运动辅助区和旁中央小叶处脑功能活动明显增高,推测其可能参与疼痛调节和情感抑制,过度激活降低痛阈。一项研究[29]显示,针刺有助于缓解 MM 患者的疼痛感,改善其情绪症状,降低焦虑抑郁风险。经针刺治疗后,显示 MM 患者左前扣带 SAS、SDS 和 VAS 评分显著降低,右侧楔前叶 ALFF 值与 SDS 呈正相关,右侧颞中回 ALFF 值与 VAS 呈负相关。提示针刺可能通过对额叶边缘区和运动障碍的调节、对脑岛的安慰剂效应来缓解情绪障碍和疼痛感。

### 3.2. 针刺治疗 MM 的 ReHo 研究

ReHo 主要用于描述大脑区域脑功能活动的一致性,反映脑功能的活动变化及治疗对异常脑功能的调节状况。王姿雯等[30]从 ReHo 值角度探讨针刺治疗月经性偏头痛的中枢机制,结果发现与健康人相比,MM 患者 ReHo 差异脑区有枕叶、顶叶、边缘叶、额叶。与针刺前相比,远部配穴组患者 ReHo 升高的脑区包括双侧楔前叶、额上回,ReHo 降低的脑区包括左侧枕中回、枕下回、舌回。远部配穴组患者治疗前双侧楔前叶 ReHo 值降低,经针刺后 ReHo 值升高,推测针刺对疼痛感受的调控可能与楔前叶有关;治疗前枕叶 ReHo 值较健康人降低,针刺后枕叶 ReHo 值升高,说明针刺能激活视觉皮层。因此猜测远部配穴针刺可能通过调控枕叶与楔前叶来改善患者脑功能活动异常、改变头痛 VAS 评分。杨紫艺[31]运用 ReHo 分析方法观察针刺对 MM 患者脑功能网络的影响,与健康受试者比较,MM 患者左侧中扣带回、右侧尾状核、左侧额下回、左侧枕下回、左侧脑岛和左侧颞上回局部一致性明显增高,右侧楔叶、左侧枕中回、右侧额上回和右侧中央后回局部一致性明显降低。丘脑、脑岛和扣带回 ReHo 增强可能与针刺经穴改善疼痛强度密切相关。MM 患者局部一致性异常的脑区为以 S2 为主的边缘系统及额叶、顶叶、枕叶,这些与疼痛处理和情绪认知密切相关的脑功能异常可能是 MM 患者头痛发作的中枢病理因素。S2 与前扣带回之间的功能连接与 MM 的疾病病程相关。针刺后经穴组 MM 患者头痛发作频率、VAS 评分、头痛强度、HIT-6 得到显著改善,由此表明针刺治疗 MM 是有效的。

### 3.3. 针刺治疗 MM 的 FC 研究

功能连接是一种重要的脑网络研究手段,用于描述大脑区域之间脑功能活动的同步性。汪杏等[32]

[33]基于 rs-fMRI 以楔前叶作为种子区, 观察针刺对月经性偏头痛患者脑功能连接度的影响。结果显示, 与健康受试者比较, MM 患者楔前叶 - 额中回、楔前叶 - 尾状核功能连接度降低, 针刺后楔前叶 - 额中回、楔前叶 - 尾状核功能连接度得到加强, 其变化与 VAS 呈显著负相关。楔前叶与情感和认知相关, 其功能连接度的增强可能与针刺对 MM 患者认知功能及疼痛强度的调节有关, 推测 MM 患者楔前叶脑功能连接异常可能是 MM 产生的中枢病理因素。有研究显示[34], MM 患者前扣带回与左侧颞下回、双侧角回、右侧楔前叶之间的 FC 增加, 右侧前扣带回与右侧楔前叶间 FC 变化与头痛发作频率呈正相关, 右侧前扣带回与右侧角回间 FC 变化与抑郁评分呈正相关, 表明前扣带回的结构和功能损伤与 MM 患者疼痛程度和情绪损害存在相关性。陈荷清[35]选择双侧岛叶作为种子区观察不同组间治疗前后脑功能连接变化的差异, 研究发现偏头痛发作可能与双侧岛叶及丘脑、颞上回、颞横回、小脑、扣带回、额叶及楔叶等脑区的功能连接变化相关, 针刺可能通过对岛叶与丘脑、额顶叶、楔叶、扣带回及小脑的功能连接的调控发挥效用, 通过调节岛叶与小脑的功能连接改善睡眠障碍。综上运用 FC 方法对 MM 患者进行分析, 发现针刺治疗 MM 有效, 可明显缓解疼痛程度、减少发作频次、减少药物依赖、改善睡眠和情绪等伴随症状, 且无严重药物不良反应。

### 3.4. 针刺治疗 MM 的 VMHC 研究

体素 - 镜像同伦功能连接(voxel-mirrored homotopic connectivity, VMHC)是一种用于评估双侧大脑半球间功能连接程度的 rs-fMRI 分析指标, 通过描述左右半球对称区域自发活动的高度同步来反映两侧半球脑信号活动协同性[36], 目前已被用于糖尿病、抑郁症、认知功能障碍等多种疾病中枢病理机制的研究中[24] [37] [38]。张书芬等[39]采用体素 - 镜像同伦功能连接分析方法, 观察到静息态下月经性偏头痛患者双侧大脑半球间功能连接异常。与健康对照组相比, MM 组双侧额中回、楔前叶、前扣带回和中央后回 VMHC 值增高, 这些脑区与冲突监测、执行、记忆和认知调节等相关, 推测可能与 MM 患者情绪烦躁、失眠、抑郁及认知障碍的发生机制有关; 双侧前扣带回 VMHC 值与 NRS 评分呈正相关, 推测疼痛的加重促进了静息态下前扣带回功能连接的增强, 前扣带回参与痛觉形成和调制, 因此双侧扣带回激活的增强可能促使患者情绪烦躁加重, DMN 异常可能是引起情绪和认知损害的神经机制之一。张亚男[40]等基于 VMHC 方法, 观察无先兆偏头痛患者(migraine without aura, MwoA)发作间期及针刺治疗后 VMHC 的变化情况。发现针刺前, MwoA 与健康受试者相比双侧小脑 VIII 区、楔叶和中央后回 VMHC 降低; 针刺后, 双侧楔叶减低的 VMHC 升高, 临床指标改善。提示针刺治疗偏头痛有效, 可调节双侧楔叶减弱的 VMHC。双侧半球间的 VMHC 值作为一种有效的辅助方法, 能评估 MM 患者神经失连接, 分析脑网络功能改变与临床症状缓解之间的相关性, 为 MM 的临床诊断和治疗提供参考。

## 4. 总结与展望

MM 给女性带来沉重的生理心理负担, 所以进一步研究 MM 的发病机制及治疗预防策略具有重要的临床意义。功能磁共振成像为针刺治疗 MM 提供客观的可视化及可量化的影像依据。整理总结上述研究后发现, 针刺可对 MM 患者相应脑功能产生干预, 主要激活楔前叶、颞中回、尾状核、前扣带回、前额叶、脑岛等, 其改变与 MM 患者的疼痛、认知、情绪、记忆、睡眠等方面存在相关性[32] [41]。此研究结果, 为探讨 MM 病因病机、诊治方法、功效评估的生理机制提供参照。在后续研究中, 可以多考虑下列因素: 1) 由于工作者社会压力增大, MM 患者人数也呈上升趋势, 而 fMRI 在针刺治疗 MM 的机制研究中尚未得到充分运用, 故有必要扩大样本量, 使结果更具现实指导意义; 2) 穴位选择、针刺手法、刺激强度的不同等, 可能会影响不同结果之间的可比性, 因此应规范针刺操作流程、统一针灸治疗标准、严格限定受试者、延长周期、排除干扰因素以增强研究结论的可信度; 3) 影像技术及其分析方法日益先

进, 而实验设计上应用较单一, 建议联合使用多种影像学手段提供佐证, 如脑电波(EEG)、经颅磁刺激技术(TMS)、正电子发射型计算机断层显像(PET)、结构磁共振成像(sMRI)、扩散张量成像(DTI)等, 并尝试综合运用多种分析方法如结合机器学习和深度学习方法等新角度分析。随着科技的不断提高和后处理分析的优化, 功能磁共振在临床上有着广阔且明朗的应用前景, 深度推进传统针灸理论与现代医学技术的结合。

## 参考文献

- [1] 李梦君, 乔战科, 张燕平, 刘向哲. 刘向哲治疗月经性偏头痛经验[J]. 湖南中医杂志, 2022, 38(3): 52-54. <https://doi.org/10.16808/j.cnki.issn1003-7705.2022.03.014>
- [2] Lagman-Bartolome, A.M. and Lay, C. (2019) Migraine in Women. *Neurologic Clinics*, **37**, 835-845. <https://doi.org/10.1016/j.ncl.2019.07.002>
- [3] 中国医师协会神经内科医师分会, 中国研究型医院学会头痛与感觉障碍专业委员会. 中国偏头痛诊治指南(2022版) [J]. 中国疼痛医学杂志, 2022, 28(12): 881-898.
- [4] 江艳, 黄珍伦. 月经性偏头痛诊治研究进展[J]. 现代医药卫生, 2021, 37(14): 2421-2424.
- [5] 刘璐, 孙馥箐, 赵洛鹏, 景向红, 李彬. 月经性偏头痛临床研究进展[J]. 中国疼痛医学杂志, 2018, 24(9): 679-684.
- [6] Warnock, J.K., Cohen, L.J., Blumenthal, H. and Hammond, J.E. (2017). Hormone-Related Migraine Headaches and Mood Disorders: Treatment with Estrogen Stabilization. *Pharmacotherapy*, **37**, 120-128. <https://doi.org/10.1002/phar.1876>
- [7] Yu, X.M. and Salmoni, A. (2018) Comparison of the Prophylactic Effect between Acupuncture and Acupressure on Menstrual Migraine: Results of a Pilot Study. *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*, **11**, 303-314. <https://doi.org/10.1016/j.jams.2018.04.003>
- [8] 罗文秀, 杨皓迪, 赵佳玉, 罗家明. 月经性偏头痛的研究进展[J]. 河北医科大学学报, 2022, 43(4): 484-488.
- [9] 贾洪飞, 王瑜, 肖洪兵, 邢素霞. 基于功能磁共振图像转换在阿尔茨海默症分类中的应用[J]. 中国医学物理学杂志, 2022, 39(4): 448-452.
- [10] 陈婷婷, 林岚. 林岚医师从瘀论治经行头痛验案举隅[J]. 亚太传统医药, 2023, 19(1): 120-123.
- [11] 张太菊, 李伟莉. 李伟莉教授治疗经行头痛经验[J]. 甘肃中医药大学学报, 2022, 39(3): 23-26. <https://doi.org/10.16841/j.issn1003-8450.2022.03.04>
- [12] 侯丽, 王寅, 吴洁雅, 范秋月, 沈洋. 中医药在安宁疗护中的应用[J]. 医学与哲学(B), 2018, 39(4): 26-29.
- [13] 郭丽君, 康前前, 王富春. 基于数据挖掘的针刺治疗经行头痛选穴规律分析[J]. 亚太传统医药, 2020, 16(8): 134-137.
- [14] 于艺, 姜润成, 马春丽, 迟倩慧, 张蕾, 刘颖. 基于数据挖掘探析针灸治疗经行头痛的选穴规律[J]. 山东中医药大学学报, 2021, 45(3): 347-353. <https://doi.org/10.16294/j.cnki.1007-659x.2021.03.013>
- [15] 田丽霞. 基于静息状态的功能磁共振成像[J]. 北京生物医学工程, 2008(2): 219-223.
- [16] 张伟晓, 刘永康, 姚刚, 梁志鹏. 针刺治疗对腹泻型肠易激综合征病人 rs-fMRI 脑功能连接的影响[J]. 国际医学放射学杂志, 2022, 45(6): 621-625. <https://doi.org/10.19300/j.2022.L19676>
- [17] 王丰, 胡赛琴, 李莎, 吕静, 张仪, 林楠, 乔英博, 彭彩亮. 基于 rs-fMRI 探讨针刺治疗轻度认知功能障碍的中枢效应机制研究进展[J]. 辽宁中医杂志, 2022, 49(9): 214-217. <https://doi.org/10.13192/j.issn.1000-1719.2022.09.058>
- [18] 王闰民. 基于 ALFF、fALFF 的 RS-fMRI 技术探讨针刺改善 VaMCI 患者认知功能的研究[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津中医药大学, 2022. <https://doi.org/10.27368/d.cnki.gtzyy.2022.000200>
- [19] 张虹岩, 王东岩, 刘佳惠, 谢兴国. 针刺治疗脑卒中偏瘫的 rs-fMRI 研究方法及应用现状[J]. 针灸临床杂志, 2022, 38(2): 1-5. <https://doi.org/10.19917/j.cnki.1005-0779.022022>
- [20] 李晓陵, 杨旭, 曹丹娜, 岳金换, 苑媛, 姜睿智, 吴越, 黄晓靓, 张秦宏. 针刺太冲穴治疗脑卒中后抑郁的静息态 fMRI 研究进展[J]. 中国中西医结合影像学杂志, 2023, 21(2): 210-213.
- [21] 李晓陵, 魏泽宜, 曹丹娜, 岳金换, 鲁新宇, 郭守萍, 胡旭, 范若竹, 张秦宏. 基于 BOLD-fMRI 技术探讨针刺治疗失眠的研究展望[J]. 中医药学报, 2023, 51(3): 116-119. <https://doi.org/10.19664/j.cnki.1002-2392.230069>
- [22] 谢玉洁, 曾倩, 王林嘉, 陈丹, 赵凌. fMRI 技术在基于临床针刺镇痛机制研究领域的文献计量学分析及评述[J].

- 世界科学技术-中医药现代化, 2020, 22(3): 885-894.
- [23] Zou, Q.H., Zhu, C.Z., Yang, Y., *et al.* (2008) An Improved Approach to Detection of Amplitude of Low-Frequency Fluctuation (ALFF) for Resting-State fMRI: Fractional ALFF. *Journal of Neuroscience Methods*, **172**, 137-141. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2008.04.012>
- [24] 淦帆, 周水莲, 刘慧, 钟玉林. 2 型糖尿病患者静息态脑镜像同伦功能连接的研究[J]. 磁共振成像, 2022, 13(8): 71-74.
- [25] 蔡丽娜, 李晓陵, 崔璇, 王鹏, 佟欣, 魏泽宜, 高胜兰, 韩胜旺, 侯玉. 静息态功能 MRI 不同分析方法在非痴呆型血管性认知障碍中的研究进展[J]. 磁共振成像, 2022, 13(9): 116-119.
- [26] 杨旭, 李晓陵, 马翠松, 高胜兰, 王鹏, 孙旭晨, 苑媛, 赵佩. 基于 fMRI 对针刺治疗偏头痛的研究进展[J]. 中国医药导报, 2022, 19(15): 41-44.
- [27] 张肖肖, 任璐, 王志红, 耿左军, 张茜, 张阳, 张璐. 月经性偏头痛患者静息态功能磁共振研究[J]. 脑与神经疾病杂志, 2015, 23(6): 417-421.
- [28] 唐钰莎, 陈蕾, 何时旭, 宋婷婷. 基于 fMRI 探究月经周期与无先兆偏头痛相关性[J]. 医学研究杂志, 2022, 51(4): 54-58.
- [29] Zhang, Y.T., Wang, Z.W., Du, J.R., *et al.* (2021) Regulatory Effects of Acupuncture on Emotional Disorders in Patients with Menstrual Migraine without Aura: A Resting-State fMRI Study. *Frontiers in Neuroscience*, **15**, Article ID: 726505. <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.726505>
- [30] 王姿雯, 张雨桐, 徐韬, 杜佳蓉, 高晴, 赵凌. 不同远近配穴法治疗月经性偏头痛的脑功能局部一致性分析[J]. 时珍国医国药, 2021, 32(10): 2455-2458.
- [31] 杨紫艺. 基于大脑疼痛感知网络研究针刺治疗月经性无先兆偏头痛患者的中枢镇痛机制[D]: [硕士学位论文]. 成都: 成都中医药大学, 2018.
- [32] 张雨桐, 徐韬, 汪杏, 王姿雯, 杜佳蓉, 赵凌. 运用 fMRI 技术探究针刺对月经性偏头痛患者脑功能连接网络的影响[J]. 中华中医药杂志, 2020, 35(2): 1002-1006.
- [33] 汪杏. 基于静息态 fMRI 研究针刺对月经性偏头痛患者楔前叶脑功能连接网络的影响[D]: [硕士学位论文]. 成都: 成都中医药大学, 2017.
- [34] Wang, Z.W., Yin, Z.H., Wang, X., Zhang, Y.T., Xu, T., Du, J.R., *et al.* (2022) Brain Structural and Functional Changes during Menstrual Migraine: Relationships with Pain. *Frontiers in Molecular Neuroscience*, **15**, Article ID: 967103. <https://doi.org/10.3389/fnmol.2022.967103>
- [35] 陈荷清. 针刺治疗偏头痛的临床疗效评价及相关静息态功能磁共振成像研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京中医药大学, 2020. <https://doi.org/10.26973/d.cnki.gbjzu.2020.000431>
- [36] Zuo, X.N., Kelly, C., Di, M.A., *et al.* (2010) Growing Together and Growing Apart: Regional and Sex Differences in the Lifespan Developmental Trajectories of Functional Homotopy. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, **30**, 15034-1543. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2612-10.2010>
- [37] 程润田. 血管性认知功能障碍患者脑不对称性和脑网络改变的 MRI 研究[D]: [博士学位论文]. 重庆: 重庆医科大学, 2021. <https://doi.org/10.27674/d.cnki.gcyku.2021.000041>
- [38] 陈诚, 王惠玲, 王高华, 蒋田仔, 周媛, 吴士豪, 黄欢, 邹奇林. 首发抑郁症患者静息态脑镜像同伦功能连接与认知功能的相关性研究[J]. 神经损伤与功能重建, 2020, 15(11): 631-634. <https://doi.org/10.16780/j.cnki.sjssgncj.20200585>
- [39] 张书芬, 薛岩, 姜庆军, 刘锴, 李勃. 月经性偏头痛患者大脑半球间镜像功能连接的静息态 fMRI 研究[J]. 中国医学影像技术, 2018, 34(7): 980-984. <https://doi.org/10.13929/j.1003-3289.201712079>
- [40] 张亚男, 刘璐, 张雅杰, 刘大鹏, 刘妮, 汪振佳, 王麟鹏, 霍健伟. 无先兆偏头痛患者针刺治疗后双侧楔叶的镜像同伦功能连接改变[J]. 磁共振成像, 2022, 13(6): 50-55.
- [41] 张雨桐. 针刺调节月经性偏头痛患者负性情绪的大脑局部功能研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 成都中医药大学, 2019. <https://doi.org/10.26988/d.cnki.gcdzu.2019.000369>